



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA MATEMATIKU I INFORMATIKU



Aleksandra Vidačić

Razvoj pismenosti o veštačkoj inteligenciji kroz nastavu matematike u osnovnoj školi

Master rad

Mentor:

Zorana Lužanin

Novi Sad, 2026

Sadržaj

Uvod	1
Teorijski okvir integracije veštačke inteligencije u nastavu matematike	2
Savremena nastava matematike i vrste zadataka	2
Uloga generativne veštačke inteligencije u nastavi matematike	3
AILit Framework - teorijski okvir za razvoj AI pismenosti	4
Primena generativne veštačke inteligencije u nastavi matematike - analiza istraživanja..	8
ChatGPT kao alat za podučavanje i rešavanje matematičkih problema.....	8
Upotreba veštačke inteligencije u rešavanju matematičkih zadataka u osnovnoj školi	9
ChatGPT u nastavi matematike u osnovnoj školi - praktični primeri	11
Otvoreni matematički problem kao polazište za razvoj AI pismenosti.....	11
Istraživački zadatak kao okvir za razvoj AI pismenosti	22
Zaključak	31
Literatura	32
Biografija	33

Uvod

Intenzivan razvoj alata zasnovanih na veštačkoj inteligenciji u poslednjih nekoliko godina otvorio je nova pitanja i mogućnosti u obrazovanju, pa tako i u nastavu matematike. Razvoj modela koji mogu da generišu tekst, među kojima je i ChatGPT, omogućava nove oblike podrške učenju. Takvi sistemi mogu da generišu objašnjenja, predlažu različite pristupe rešavanju zadataka i pružaju povratne informacije. Istovremeno, njihova upotreba u nastavi otvara pitanja pouzdanosti generisanih odgovora, njihove provere i smislenog uključivanja u nastavu.

Predmet ovog rada jeste integracija alata zasnovanih na veštačkoj inteligenciji, poput ChatGPT-a, u nastavu matematike u osnovnoj školi. Cilj rada je da se sagleda na koji se način ovi alati mogu planski i pedagoški integrisati u nastavu matematike. Posebna pažnja usmerena je na njihov potencijal za razvoj matematičkog mišljenja, argumentacije i kritičke procene, kao i na razvoj pismenosti o veštačkoj inteligenciji. Značaj razvoja ove pismenosti potvrđuje i činjenica da će od 2029. godine PISA testiranje uključiti i procenu pismenosti o veštačkoj inteligenciji.

U teorijskom delu rada analiziraju se karakteristike savremene nastave matematike i uloga različitih tipova zadataka u razvoju matematičkog zaključivanja kod učenika. U ovom delu rada daje se i pregled relevantnih istraživanja o upotrebi veštačke inteligencije u nastavi matematike. Takođe, razmatraju se razlike između alata za simboličko rešavanje i sistema veštačke inteligencije, sa posebnim osvrtom na njihovu ulogu u nastavi i ograničenja njihove primene. Posebna pažnja posvećena je AILit Framework-u kao teorijskom okviru koji definiše kompetencije potrebne za odgovorno i svesno korišćenje sistema veštačke inteligencije.

Završni deo rada obuhvata prikaz i analizu dve nastavne aktivnosti za osnovnu školu. Prva je zasnovana na otvorenom zadatku matematičkog modelovanja, dok je druga zasnovana na istraživačkom zadatku. Na njihovom primeru prikazuje se kako je moguće integrisati alate zasnovane na veštačkoj inteligenciji u nastavu matematike.

Teorijski okvir integracije veštačke inteligencije u nastavu matematike

Savremena nastava matematike i vrste zadataka

Savremena nastava matematike usmerena je ka razvijanju sposobnosti učenika da razumeju matematičke koncepte i njihove odnose, povezuju ih sa realnim situacijama i argumentuju sopstvene zaključke. Iz tih razloga Republika Srbija je unapredila standarde postignuća učenika na kraju osnovnog i srednjeg obrazovanja, proširujući pristup sa ishoda koji određuju šta učenik treba da zna na ishode koji definišu kako učenici stiču matematičke kompetencije i zašto je njihovo razvijanje važno (Pravilnik o standardima postignuća, 2024).

Novi standardi postignuća u matematici temelje se na razumevanju da je znanje potrebno, ali nije dovoljno, da kompetencije omogućavaju dublje razumevanje i primenu, i da pismenost daje matematici smisao i funkciju u savremenom društvu. Ovakav pristup obezbeđuje pomak od tradicionalnog učenja sadržaja ka razvoju sposobnosti koje omogućavaju učenicima da koriste matematiku kao alat za zaključivanje, procenjivanje i donošenje odluka, što je u skladu sa evropskim okvirom ključnih kompetencija (European Commission, 2018) i savremenim shvatanjem matematičke i naučne pismenosti (OECD, 2021).

Ovo je veliki izazov za naš obrazovni sistem i potrebne su značajne izmene u nastavi matematike kako bi novodefinisani standardi bili dostignuti (Lužanin, Dimitrijević, 2025). Izmene se odnose na različite segmente nastave. Nastavna sredstva koja se koriste morala bi da se značajno prošire na sredstva koja učenici zaista koriste, a što obuhvata i AI. Napuštanje pretežno proceduralnih zadataka i prelazak na problemske zadatke mora biti jedan od prvih velikih koraka ka promeni nastave. Poznato je da vrsta zadataka koji se koriste u nastavi ima značajnu ulogu u oblikovanju načina na koji učenici razmišljaju.

U skladu sa tim, matematički zadaci mogu se razlikovati prema strukturi i načinu rešavanja. Proceduralni zadaci zasnivaju se na primeni unapred naučenog postupka. Kod takvih zadataka učenici prepoznaju poznatu šemu rešavanja i primenjuju odgovarajući algoritam kako bi došli do jednog tačnog rešenja. Ovakvi zadaci imaju važnu ulogu u usvajanju osnovnih znanja i automatizaciji postupaka, ali najčešće ne zahtevaju dublju analizu niti izbor različitih strategija rešavanja.

Za razliku od proceduralnih, problemski zadaci podrazumevaju situacije u kojima postupak rešavanja nije unapred zadat. Učenici moraju da analiziraju uslove zadatka, odaberu strategiju i tokom rada proveravaju i preispituju sopstvene korake. U takvim situacijama dolazi do izražaja sposobnost planiranja, isprobavanja različitih pristupa i evaluacije rešenja.

Posebno mesto u savremenoj nastavi imaju zadaci otvorenog tipa. Kod ovih zadataka može postojati više matematički prihvatljivih rešenja ili više različitih strategija rešavanja. Otvoreni zadaci podstiču učenike da argumentuju svoje postupke, porede različita rešenja i razmatraju njihove prednosti i ograničenja. Fokus se u većoj meri usmerava ka razumevanju procesa rešavanja i kvalitetu obrazloženja, dok tačnost rešenja ostaje važan, ali ne i jedini kriterijum vrednovanja.

Još izraženiji oblik aktivnog učenja predstavljaju istraživački zadaci. Istraživački zadaci dodatno naglašavaju proces istraživanja i samostalnog dolaženja do zaključaka. U njima učenici ne rešavaju samo zadati problem, već prikupljaju informacije, analiziraju podatke i

formulišu zaključke na osnovu dostupnih izvora. Ovakvi zadaci podstiču razvoj sposobnosti kritičkog sagledavanja informacija, što je naročito značajno u savremenom digitalnom okruženju.

Različite vrste zadataka povezane su sa različitim načinima razmišljanja i rešavanja problema kod učenika. U proceduralnim zadacima najčešće dominira primena poznatih pravila, postupaka i formula. Kod problemskih i otvorenih zadataka učenici ispituju različite mogućnosti, isprobavaju ideje i prilagođavaju strategije tokom rešavanja zadatka. Dok u istraživačkim zadacima učenici ispituju problem, analiziraju dobijene rezultate i na osnovu toga donose zaključke.

U takvom obrazovnom okruženju, u kojem su učenicima dostupni različiti digitalni alati koji brzo generišu rešenja zatvorenih zadataka, značaj otvorenih i istraživačkih zadataka dodatno dobija na važnosti. Dok aplikacije za rešavanje jednačina ili zadataka sa jednim tačnim rešenjem mogu automatizovati postupak, zadaci koji zahtevaju argumentaciju, modelovanje i kritičku procenu ne mogu se svesti na jednostavno dobijanje gotovog rešenja.

Upravo zbog toga, digitalni alati koji se koriste u nastavi matematike mogu se, uopšteno, podeliti na alate za simboličko rešavanje i na sisteme zasnovane na veštačkoj inteligenciji. Alati za simboličko rešavanje (tzv. symbolic solvers), poput Photomath-a, Symbolab-a ili Mathway-a, zasnivaju se na algoritamskoj i simboličkoj obradi matematičkih izraza. Njihova osnovna funkcija jeste da, na osnovu unetog zadatka, primene odgovarajući postupak i generišu tačno rešenje. Ovakvi alati naročito su efikasni kod proceduralnih zadataka koji se mogu precizno definisati i za koje postoji jasno definisan algoritamski postupak rešavanja.

Nasuprot tome, sistemi veštačke inteligencije poput ChatGPT-a omogućavaju drugačiji tip interakcije. Umesto da samo generišu konačan rezultat, oni mogu da pruže objašnjenja, razmotre različite pristupe, postave potpitanja i podstaknu učenika na dodatno razmišljanje. Njihova primena naročito dolazi do izražaja u tekstualnim, problemskim i zadacima otvorenog tipa, kod kojih postupak rešavanja nije unapred jednoznačno definisan, već zahteva analizu uslova, postavljanje kriterijuma i argumentovanje izbora.

Upravo u takvim situacijama otvara se mogućnost smislenog uključivanja veštačke inteligencije kao podrške učenju, o čemu će biti reči u narednom poglavlju.

Uloga generativne veštačke inteligencije u nastavi matematike

U savremenoj nastavi matematike veštačka inteligencija ne predstavlja zamenu za rad učenika, već potencijalnu podršku u procesu učenja. Za razliku od alata koji automatski generišu konačno rešenje zatvorenog zadatka, sistemi veštačke inteligencije, poput ChatGPT-a, omogućavaju interakciju koja može podstaći učenike na analizu i dublje razumevanje matematičkih pojmova.

U kontekstu proceduralnih zadataka, u kojima postoji jasno definisan algoritam i jedno tačno rešenje, uloga generativne veštačke inteligencije često se svodi na objašnjenje već poznatog postupka. Međutim, kod problemskih, otvorenih i istraživačkih zadataka, njen potencijal postaje znatno izraženiji. U takvim situacijama sistem veštačke inteligencije može imati različite uloge u procesu rešavanja zadataka.

Veštačka inteligencija može imati više različite uloge u nastavi matematike. U nastavnom procesu može se koristiti kao:

- tumač, kada pojednostavljuje složene pojmove i prilagođava objašnjenje uzrastu učenika,
- evaluator, kada pomaže u proveri matematičke tačnosti ili logičke doslednosti rešenja,
- generator ideja, kada predlaže različite pristupe rešavanju otvorenog problema,
- sagovornik u obrazlaganju rešenja, kada odgovara na učenikove ideje i podstiče ga da obrazloži svoj izbor.

Važno je naglasiti da kvalitet ovakve interakcije zavisi od načina na koji učenici formulišu pitanja i interpretiraju dobijene odgovore. Veštačka inteligencija ne poseduje razumevanje u ljudskom smislu, već generiše odgovore na osnovu statističkih obrazaca iz podataka na kojima je trenirana. Zbog toga njeni odgovori mogu biti korisni, ali i netačni ili nedovoljno precizni, što zahteva kritičku procenu od strane učenika.

Upravo ovde dolazi do izražaja potreba za razvojem pismenosti o veštačkoj inteligenciji. Učenici ne treba samo da znaju kako da koriste ovakve sisteme, već i da razumeju njihova ograničenja, moguće greške i okolnosti u kojima se koriste. Uloga nastavnika jeste da usmeri učenike ka odgovornom korišćenju ovih alata, posebno u situacijama koje zahtevaju argumentaciju, procenu i donošenje odluka.

Na taj način generativna veštačka inteligencija može postati deo nastavnog procesa, u kojem učenici najpre samostalno razmatraju problem, zatim koriste sistem kao podršku u proveri i proširivanju ideja, a potom analiziraju dobijene odgovore. Ovakav pristup zahteva jasan teorijski okvir koji definiše koje kompetencije učenici treba da razviju kako bi veštačku inteligenciju koristili smisleno i odgovorno. Jedan od takvih okvira jeste AILit Framework, koji će biti predstavljen u nastavku.

AILit Framework - teorijski okvir za razvoj AI pismenosti

Razvoj veštačke inteligencije i njena sve češća primena u obrazovanju pokrenuli su pitanje koje kompetencije učenici treba da razviju kako bi ove sisteme koristili na odgovoran i smislen način. U tom kontekstu nastao je AILit Framework, odnosno međunarodni okvir za razvoj pismenosti o veštačkoj inteligenciji u obrazovanju.

AILit Framework razvijen je kao zajednička inicijativa Evropske komisije i Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj (OECD), uz podršku organizacije Code.org i međunarodne mreže stručnjaka iz oblasti obrazovanja (OECD, 2025). Cilj ovog okvira jeste da definiše znanja, veštine i stavove koji su potrebni učenicima i nastavnicima za odgovorno korišćenje sistema zasnovanih na veštačkoj inteligenciji.

Za razliku od modela koji se fokusiraju isključivo na tehničko razumevanje algoritama, AILit Framework povezuje tehničke, etičke i društvene aspekte primene veštačke inteligencije. Time se naglašava da AI pismenost ne podrazumeva samo sposobnost korišćenja alata, već i razumevanje njihovih ograničenja, potencijalnih pristrasnosti i uticaja na društvo.

Kako bi se jasnije razumela njegova teorijska osnova, važno je osvrnuti se na dokumente i inicijative na koje se AILit Framework oslanja.

Temelji i izvori AILit Framework-a

AILit Framework oslanja se na više međunarodno priznatih dokumenata koji se bave digitalnim kompetencijama i obrazovanjem u oblasti veštačke inteligencije. Među njima se posebno izdvajaju Okvir digitalnih kompetencija za građane (DigComp), UNESCO dokumenti i okviri u oblasti veštačke inteligencije, Okvir AI pismenosti organizacije Digital Promise (Digital Promise AI Literacy Framework), kao i američki obrazovni okvir „Pet velikih ideja o veštačkoj inteligenciji“ (AI4K12).

Iz Okvira digitalnih kompetencija za građane (DigComp) preuzet je način organizovanja kompetencija kroz znanja, veštine i stavove, kao i ideja da se digitalne kompetencije razvijaju kroz primenu u realnim situacijama. UNESCO dokumenti doprineli su jasnom razlikovanju uloge učenika i nastavnika u procesu razvoja AI pismenosti. Okvir Digital Promise AI Literacy Framework dodatno je naglasio različite načine na koje učenici mogu da rade sa sistemima veštačke inteligencije, dok je AI4K12 okvir doprineo razumevanju osnovnih principa veštačke inteligencije na kojima ovi sistemi počivaju (OECD, 2025).

Na taj način AILit Framework povezuje različite međunarodne inicijative, prilagođene savremenom obrazovnom kontekstu u kome veštačka inteligencija postaje deo nastavne prakse.

Nakon razmatranja njegovih teorijskih izvora, u nastavku se prikazuje struktura AILit Framework-a.

Struktura AILit Framework-a

Struktura AILit Framework-a podeljena je na četiri oblasti koje opisuju različite načine na koje učenici stupaju u interakciju sa sistemima veštačke inteligencije: interakcija sa AI, kreiranje pomoću AI, upravljanje AI i dizajniranje AI. Ove oblasti ne predstavljaju odvojene celine, već su povezane i dopunjuju se.

Interakcija sa AI odnosi se na situacije u kojima učenici koriste sisteme veštačke inteligencije, na primer za pristup informacijama, sadržaju ili preporukama. Fokus je na prepoznavanju prisustva veštačke inteligencije i na kritičkoj proceni dobijenih rezultata. Ova oblast naglašava da učenici treba da razviju sposobnost da procene tačnost i pouzdanost generisanih odgovora, kao i da razumeju na koji način ovi sistemi funkcionišu. U kontekstu nastave matematike to podrazumeva proveru postupka, razmatranje objašnjenja i procenu da li dobijeni odgovor ima smisla u datom zadatku.

Kreiranje pomoću AI odnosi se na situacije u kojima učenici koriste sistem kao podršku u razvoju ideja i rešavanju problema. To uključuje sposobnost preciznog formulisanja zahteva, davanja dodatnih pojašnjenja i prilagođavanja generisanog sadržaja sopstvenim ciljevima. U kontekstu otvorenih i istraživačkih zadataka, AI može doprineti proširivanju perspektiva i sagledavanju alternativnih pristupa. Istovremeno, ova oblast naglašava da je važno da učenici razviju svest o poreklu sadržaja i odgovornom korišćenju sadržaja koje generiše veštačka inteligencija.

Upravljanje AI podrazumeva sposobnost učenika da odluče kada i na koji će način koristiti sistem, koje zadatke je opravdano prepustiti veštačkoj inteligenciji, a koje je važno rešavati samostalno. Ova oblast naglašava da AI može imati različite uloge, od podrške u analizi zadatka do sagovornika u argumentaciji, ali da konačna odgovornost za donošenje odluka ostaje na učeniku.

Dizajniranje AI odnosi se na razumevanje osnovnih principa funkcionisanja sistema veštačke inteligencije, uključujući ulogu podataka, modela i mogućih pristrasnosti. Takođe obuhvata razmatranje etičkih i društvenih posledica njihove primene. U matematičkom kontekstu ova oblast obuhvata rad sa podacima, tumačenje rezultata i razmatranje odgovorne i pravedne primene veštačke inteligencije (OECD, 2025).

Navedene oblasti opisuju načine na koje učenici koriste sisteme veštačke inteligencije. Međutim, u okviru AILit Framework-a kompetencije se ne definišu samo kroz ove oblasti, već i kroz znanja, veštine i stavove koji pokazuju šta učenici treba da razumeju, umeju i razvijaju u radu sa sistemima veštačke inteligencije. U nastavku se ukratko opisuju znanja, veštine i stavovi.

Znanja, veštine i stavovi u okviru AI pismenosti

AILit Framework definiše AI pismenost kroz tri međusobno povezane komponente: znanja, veštine i stavove. **Znanja** se odnose na razumevanje načina na koji sistemi veštačke inteligencije funkcionišu i kako njihova upotreba utiče na društvo. To podrazumeva razumevanje uloge podataka, modela i algoritama, svest o tome da se način „razmišljanja“ sistema veštačke inteligencije razlikuje od ljudskog zaključivanja, kao i prepoznavanje mogućih ograničenja i pristrasnosti u generisanim odgovorima. **Veštine** obuhvataju sposobnost primene kritičkog i logičkog razmišljanja prilikom korišćenja sistema veštačke inteligencije, kao i kreativno korišćenje ovih sistema. U obrazovnom kontekstu to podrazumeva da učenici znaju jasno da postavljaju pitanje sistemu veštačke inteligencije, da procene tačnost dobijenih odgovora i da ih uporede sa drugim izvorima informacija. **Stavovi** se odnose na odgovorno, etičko i promišljeno korišćenje sistema veštačke inteligencije. To podrazumeva spremnost da se proveravaju i preispituju dobijeni odgovori, kao i svest da veštačka inteligencija predstavlja alat koji zahteva ljudsku procenu i odgovornost (OECD, 2025).

U kontekstu nastave matematike, ove tri komponente posebno dolaze do izražaja kod zadataka koji zahtevaju obrazlaganje rešenja, primenu matematičkog modelovanja i kritičku procenu rezultata. Upravo takve situacije biće razmotrene u praktičnom delu rada kroz primere primene ChatGPT-a.

Iako znanja, veštine i stavovi predstavljaju opštu strukturu AI pismenosti, AILit Framework dodatno razrađuje ove komponente kroz konkretne kompetencije raspoređene u okviru četiri oblasti. U nastavku će biti izdvojene i analizirane one kompetencije koje su posebno relevantne za nastavu matematike i za praktične aktivnosti prikazane u ovom radu.

Kompetencije u okviru AILit Framework-a

Iako AILit Framework obuhvata veći broj kompetencija raspoređenih u četiri oblasti, u kontekstu nastave matematike i praktičnih aktivnosti prikazanih u ovom radu posebno su značajne tri kompetencije koje su opisane u nastavku.

Prva se odnosi na **procenu da li AI izlaz treba prihvatiti, izmeniti ili odbaciti** (oblast „Interakcija sa veštačkom inteligencijom“). Ova kompetencija podrazumeva da učenici ne prihvataju generisani odgovor nekritički, već da ga proveravaju, analiziraju i donose odluku o njegovoj upotrebljivosti (OECD, 2025). U matematičkom kontekstu to podrazumeva proveru da li je rešenje tačno, da li je postupak ispravan i da li dobijeni odgovor ima smisla.

Druga kompetencija odnosi se na to da učenici **koriste AI za istraživanje novih perspektiva i pristupa zasnovanih na originalnim idejama** (oblast „Kreiranje pomoću veštačke inteligencije“). Posebno kod otvorenih i istraživačkih zadataka, sistem može poslužiti kao podrška u razmatranju alternativnih rešenja, različitih modela ili kriterijuma procene, pri čemu učenici ostaju aktivni učesnici u procesu odlučivanja. AILit Framework, na primer, opisuje situaciju u kojoj učenik koristi veštačku inteligenciju za razvijanje različitih verzija jedne ideje, a zatim samostalno bira i prilagođava krajnju verziju, tako da konačna odluka i dalje ostaje na njemu (OECD, 2025). Ovakav pristup u matematici može značiti generisanje više mogućih načina rešavanja otvorenog problema.

Treća važna kompetencija jeste **usmeravanje generativne veštačke inteligencije pružanjem preciznih instrukcija, konteksta i kriterijuma za procenu** (oblast „Upravljanje veštačkom inteligencijom“). Ona podrazumeva sposobnost formulisanja jasnih zahteva, postavljanja dodatnih uslova i preciziranja kakav odgovor se očekuje (OECD, 2025). U nastavnoj praksi to znači da učenici uče da unaprede kvalitet dobijenog odgovora kroz preciznije postavljanje pitanja i dodatnih ograničenja.

AILit Framework, pored definisanja kompetencija, daje i primere aktivnosti za osnovno i srednje obrazovanje. Na primer, u okviru kompetencije koja se odnosi na procenu AI izlaza, za osnovno obrazovanje predlaže se aktivnost u kojoj učenici porede sopstveno rešenje zadatka sa rešenjem koje je generisala veštačka inteligencija i obrazlažu uočene razlike. U srednjem obrazovanju fokus se stavlja na to kako je rešenje objašnjeno, proveru matematičke tačnosti i kritičku procenu pouzdanosti dobijenog odgovora (OECD, 2025).

Razvoj veštačke inteligencije i definisanje AI pismenosti kroz AILit Framework otvaraju pitanje na koji način se ovi koncepti konkretno primenjuju u nastavi matematike. Pored teorijskih razmatranja, u poslednjih nekoliko godina objavljen je veći broj istraživanja koja ispituju primenu sistema poput ChatGPT-a u obrazovnom kontekstu, sa ciljem razumevanja njihovih mogućnosti primene u nastavi i njihovih ograničenja. U nastavku rada analizirana su dva istraživanja koja se bave upotrebom veštačke inteligencije u rešavanju matematičkih zadataka, sa posebnim osvrtom na kvalitet objašnjenja i tačnost odgovora.

Primena generativne veštačke inteligencije u nastavi matematike - analiza istraživanja

U poslednjih nekoliko godina istraživanja o primeni veštačke inteligencije u obrazovanju, a posebno modela poput ChatGPT-a, doživela su nagli porast. U oblasti nastave matematike sve je veći broj studija koje ispituju kako ovakvi alati utiču na razumevanje matematičkih pojmova, način argumentovanja, kao i na sigurnost učenika u rešavanju zadataka i njihov odnos prema matematici. Istraživanja ukazuju da ChatGPT može imati različite obrazovne funkcije, od podrške učenju i smanjenja nelagodnosti koju učenici mogu osećati u vezi sa matematikom do podsticanja kritičkog razmišljanja i procene matematičkih objašnjenja (Etcuban, 2025). Istovremeno, pojedine studije analiziraju kako učenici procenjuju i obrazlažu odgovore koje generiše ChatGPT, ukazujući na važnost razvijanja sposobnosti matematičkog obrazlaganja i kritičkog odnosa prema AI-generisanim rešenjima (Sutrisno Ab et al., 2025).

Pregled savremene literature pokazuje da interesovanje za ovu temu obuhvata širok spektar pitanja, od mogućnosti primene AI alata u nastavi do pedagoških i etičkih izazova koje oni donose. Sistematski pregledi istraživanja ukazuju da ChatGPT može pružiti značajne obrazovne mogućnosti, ali istovremeno otvara i pitanja o načinu njegove integracije u nastavne procese i ulozi nastavnika u tom okruženju (Turmuzi, Azmi, & Kertiyani, 2026). U nastavku rada biće prikazana dva istraživanja koja se bave primenom ChatGPT-a u učenju matematike.

ChatGPT kao alat za podučavanje i rešavanje matematičkih problema

Ovo istraživanje ispituje mogućnosti primene veštačke inteligencije, konkretno sistema ChatGPT, u nastavi matematike. Rad je imao za cilj da ispita na koji način ChatGPT doprinosi razumevanju matematičkih zadataka, ali i da se identifikuju njegova ograničenja po pitanju tačnosti i logičkog zaključivanja (Wardat et al., 2023).

Polazeći od činjenice da ChatGPT koristi velike jezičke modele (Large Language Models - LLM), koji generišu odgovore na osnovu obrazaca naučenih iz velikog broja tekstova, autori su želeli da procene koliko je takav sistem pouzdan u matematičkom kontekstu.

Istraživanje je sprovedeno u dve faze. U prvoj fazi analizirano je trideset intervju sa nastavnicima, studentima i istraživačima koji su koristili ChatGPT u nastavi matematike, kako bi se identifikovale prednosti i slabosti sistema. U drugoj fazi tri nastavnika su tokom jedne nedelje testirala ChatGPT na različitim tipovima zadataka, uključujući linearne i kubne jednačine, limes funkcija i geometrijske probleme.

Rezultati su pokazali da ChatGPT ima izraženu sposobnost generisanja postupnih i jasno strukturisanih objašnjenja, što može doprineti boljem razumevanju proceduralnih zadataka. Učesnici istraživanja istakli su da sistem može biti posebno koristan u situacijama kada učenici rade samostalno, odnosno kada nastavnik nije prisutan. Autori su naglasili da ovakav tip podrške može imati značajnu ulogu u savremenim modelima nastave, posebno u okviru obrnutog učenja (flipped classroom), gde učenici kod kuće savladavaju novo gradivo, dok se vreme na času koristi za diskusiju i rešavanje zadataka. Takođe je istaknuta potencijalna primena u modelima samostalnog tempa učenja (self-paced learning), u kojima učenici napreduju sopstvenom brzinom i koriste sistem kao dodatnu podršku u razumevanju gradiva.

Međutim, istraživanje je ukazalo i na značajna ograničenja ChatGPT-a. U zadatku sa linearnom jednačinom model je pogrešio prilikom sabiranja članova sa promenljivom, što je dovelo do netačnog rezultata. Slične aritmetičke greške zabeležene su i kod izračunavanja limesa funkcije, dok su u oblasti geometrije uočena pogrešna tumačenja, poput nepreciznog tumačenja Pitagorine teoreme i navođenja pogrešnih formula. Ovi primeri dodatno potvrđuju da ChatGPT, uprkos sposobnosti generisanja uverljivih objašnjenja, ne garantuje matematičku tačnost (Wardat et al., 2023).

U kontekstu AILit Framework-a, rezultati ovog istraživanja posebno potvrđuju značaj kompetencije procene da li AI izlaz treba prihvatiti, izmeniti ili odbaciti. Istraživanje pokazuje da veštačka inteligencija može predstavljati korisnu podršku u učenju, ali da istovremeno zahteva razvijenu sposobnost kritičke procene i proveravanja matematičke tačnosti odgovora.

Važno je napomenuti da je istraživanje sprovedeno 2023. godine, u periodu kada su mogućnosti ChatGPT-a bile manje razvijene nego danas. Imajući u vidu ubrzan razvoj veštačke inteligencije i njihovo kontinuirano unapređenje u pogledu matematičke preciznosti i razumevanja zadataka, može se pretpostaviti da bi rezultati sličnog istraživanja, sprovedenog danas, pokazali drugačiji nivo tačnosti i pouzdanosti sistema.

Za razliku od ovog istraživanja, koje je analiziralo opšte mogućnosti i ograničenja ChatGPT-a u rešavanju matematičkih zadataka, naredni rad fokusira se na specifično dizajniran sistem zasnovan na veštačkoj inteligenciji, prilagođen radu sa učenicima osnovne škole. Dok je u prvom istraživanju fokus bio na proceni tačnosti i pouzdanosti generisanih odgovora, drugo istraživanje ispituje na koji način sistem zasnovan na veštačkoj inteligenciji može da pruži podršku učenicima u rešavanju tekstualnih zadataka.

Upotreba veštačke inteligencije u rešavanju matematičkih zadataka u osnovnoj školi

Ovo istraživanje ispitalo je mogućnosti primene sistema ChatGPT-MPS (Mathematics Problem-Solving System), zasnovanog na veštačkoj inteligenciji, u rešavanju matematičkih zadataka u osnovnoj školi. Fokus istraživanja bio je na tekstualnim zadacima koji zahtevaju razumevanje sadržaja i primenu matematičkog znanja, budući da su učenici upravo sa ovom vrstom zadataka pokazivali najveće poteškoće.

Sistem ChatGPT-MPS osmišljen je kao interaktivna podrška učenicima tokom rešavanja zadataka. Umesto da odmah ponudi konačno rešenje, sistem je učenike vodio kroz proces rešavanja postavljanjem pitanja, davanjem smernica i podsticanjem na samostalno razmišljanje. U situacijama kada bi učenici napravili grešku, sistem nije prikazivao rešenje, već ih je dodatnim pitanjima usmeravao da prepoznaju i isprave grešku. Ukoliko učenici nisu znali kako da započnu rešavanje, sistem ih je podsećao na relevantne formule i definicije i nudio primere sličnih problema.

Cilj istraživanja bio je da se ispita da li primena ovog sistema utiče na uspeh učenika, njihovu motivaciju i aktivnost tokom rada, odnosno da li učenici koji koriste sistem postižu bolje rezultate u odnosu na učenike koji rade bez njegove podrške.

Istraživanje je sprovedeno u osnovnoj školi u Kini i obuhvatilo je 104 učenika petog razreda (uzrast od 10 do 11 godina), među kojima je bilo 52 dečaka i 52 devojčice. Učenici su bili podeljeni u dve grupe: eksperimentalnu, koja je koristila sistem ChatGPT-MPS, i kontrolnu,

koja je rešavala iste zadatke bez pomoći sistema. U istraživanju su učestvovala i tri nastavnika matematike.

Svi učenici su uradili inicijalni i završni test, pri čemu je svaki test sadržao 12 tekstualnih matematičkih zadataka iz oblasti aritmetike, razlomaka, procenata i geometrije. Rezultati su pokazali da je eksperimentalna grupa ostvarila značajno bolje rezultate na završnom testu, pri čemu je prosečan broj poena porastao sa 56,45 na 72,59. Najveći napredak zabeležen je kod učenika sa slabijim početnim znanjem.

Pored rezultata istraživanja, zabeleženi su i pozitivni efekti u pogledu motivacije i angažovanosti učenika. Učenici iz eksperimentalne grupe pokazali su veću aktivnost na času, veću upornost u rešavanju zadataka i spremnost da više puta pokušaju dok ne dođu do rešenja. Nastavnici su primetili viši nivo koncentracije i bolju organizaciju rada kod učenika koji su koristili sistem ChatGPT-MPS (Liu et al., 2025).

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da sistemi poput ChatGPT-MPS mogu predstavljati korisnu podršku u učenju matematike, posebno u radu sa tekstualnim zadacima koji zahtevaju razumevanje i postupno vođenje kroz proces rešavanja.

Analizirana istraživanja ukazuju na to da veštačka inteligencija može predstavljati značajnu podršku u učenju matematike, ali i da njena primena zahteva pažljivo osmišljavanje nastavnog procesa i razvijenu sposobnost kritičke procene dobijenih odgovora. Na osnovu ovih zaključaka, u nastavku rada prikazani su primeri nastavnih aktivnosti u kojima se ChatGPT koristi kao podrška u procesu učenja matematike, sa ciljem razvoja matematičke i AI pismenosti učenika.

ChatGPT u nastavi matematike u osnovnoj školi - praktični primeri

U nastavku rada prikazana su dva primera nastavnih aktivnosti za osnovnu školu, u kojima se ChatGPT koristi kao podrška u rešavanju matematičkih i istraživačkih zadataka. Svaka aktivnost organizovana je kroz niz faza koje prate tok rada učenika i prikazuju na koji način se kroz različite nastavne aktivnosti razvija pismenost o veštačkoj inteligenciji.

Rad obuhvata sledeće primere:

- Otvoreni matematički problem kao polazište za razvoj AI pismenosti
- Istraživački zadatak kao okvir za razvoj AI pismenosti

U nastavku je najpre prikazan prvi, a zatim i drugi primer.

Otvoreni matematički problem kao polazište za razvoj AI pismenosti

Ova nastavna aktivnost zasniva se na zadatku otvorenog tipa. Za razliku od zadataka zatvorenog tipa, koji imaju unapred definisan postupak rešavanja i jedno tačno rešenje, otvoreni zadaci omogućavaju postojanje više matematički prihvatljivih rešenja, različitih strategija rešavanja i različitih kriterijuma procene njihovog kvaliteta.

U okviru aktivnosti učenicima je postavljen sledeći zadatak: „Baštu pravougaonog oblika potrebno je podeliti tako da 50% površine bude namenjeno uzgoju paradajza, 25% šargarepe, 15% krastavaca i 10% kupusa, pri čemu je potrebno označiti odgovarajuće delove bašte.“

U konkretnom slučaju, učenicima je zadat opšti uslov raspodele površine (procentualna zastupljenost pojedinih kultura), ali nije definisan način podele pravougaonika, niti dodatni kriterijumi organizacije prostora. Takva struktura zadatka podstiče učenike da:

- modeluju situaciju,
- uvedu sopstvene kriterijume (npr. lak pristup kulturama),
- argumentuju izbore,
- preispituju rešenja u odnosu na nove uslove.

Posebno je značajno što se u zadatku postupno uvode dodatni kriterijumi (ograda, redosled sadnje), čime problem prelazi iz čisto matematičkog u zadatak koji se odnosi na realnu situaciju. Time se učenici suočavaju sa situacijom u kojoj matematička tačnost nije dovoljna, već je potrebno razmatrati i praktične, organizacione i kontekstualne aspekte rešenja.

Ovakva struktura zadatka pogodna je za razvoj pismenosti o veštačkoj inteligenciji, jer omogućava učenicima da:

- testiraju matematičku tačnost rešenja uz pomoć AI,
- upoređuju sopstvene procene sa procenom koju daje AI,
- preispituju AI odgovore,
- uočavaju razliku između matematičke tačnosti i toga da li rešenje ima smisla u datoj situaciji.

Aktivnost je organizovana kroz niz međusobno povezanih faza u kojima se smenjuju samostalni rad učenika i interakcija sa veštačkom inteligencijom. Aktivnost započinje razumevanjem matematičkog problema i podelom površine prema zadatim procentima.

Učenici zatim samostalno generišu više različitih rešenja, uvode sopstveni kriterijum procene i obrazlažu zašto su izabrali određeno rešenje.

U sledećoj fazi ChatGPT se koristi kao alat za proveru matematičke tačnosti, a potom i kao partner u proceni kvaliteta rešenja prema zadatom kriterijumu. Uvođenjem dodatnih kontekstualnih ograničenja (ograda, redosled sadnje) problem postaje složeniji, pa učenici razmatraju da li postojeća rešenja i dalje zadovoljavaju sve uslove zadatka.

Aktivnost se završava analizom uloge ChatGPT-a tokom rešavanja zadatka, pri čemu učenici analiziraju dobijene odgovore i procenjuju kada je veštačka inteligencija bila pouzdana, a kada je bilo potrebno njene odgovore dodatno proveriti, čime razvijaju pismenost o veštačkoj inteligenciji.

U ovom primeru AI nije izvor znanja, već:

- evaluator,
- generator alternativnih ideja,
- sagovornik pri obrazlaganju rešenja,
- objekat kritičke analize.

Na taj način veštačka inteligencija u ovoj aktivnosti ima ulogu podrške učenju, pri čemu učenici razvijaju kritički odnos prema dobijenim AI odgovorima.

U okviru nastavne aktivnosti učenici su radili u manjim grupama, a u nastavku je prikazan tok rešavanja zadatka na primeru jedne grupe učenika.

FAZA 1 - Razumevanje problema

Cilj: Matematičko modelovanje procentualne raspodele površine bašte.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

- interpretacija procenta kao dela površine,
- predstavljanje procentualne raspodele pomoću pravougaone mreže 10×10 ,
- razumevanje da $50\% = 50$ polja itd.

Fokus: Matematička pismenost.

U ovoj fazi učenici razmatraju način na koji se procentualna raspodela može predstaviti na pravougaonoj površini koja predstavlja baštu. Grupa učenika čiji se rad analizira odlučila je da pravougaonik posmatra kao pravougaonu mrežu dimenzija 10×10 , odnosno mrežu od 100 jednakih polja, pri čemu svako polje predstavlja 1% ukupne površine bašte. Na taj način učenici su mogli su da izdvoje 50 polja za paradajz, 25 polja za šargarepu, 15 polja za krastavce i 10 polja za kupus.

Važno je uočiti da su učenici korišćenjem pravougaone mreže u određenoj meri suzili skup mogućih rasporeda, jer se tada podela bašte vrši prema poljima mreže.

FAZA 2 - Samostalno generisanje više rešenja

Cilj: Uočavanje da problem nema jedinstveno rešenje.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

- kreiranje najmanje tri različita rasporeda,
- uvođenje sopstvenog kriterijuma raspodele (lak pristup kulturama),

- obrazlaganje izbora.

Fokus: Otvoreni problem i argumentacija.

U ovoj fazi učenici samostalno osmišljavaju najmanje tri različita načina raspodele površine bašte, vodeći računa da procentualni uslovi zadatka budu zadovoljeni.

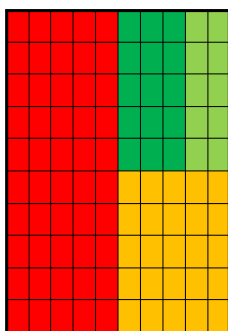
Tokom rada učenici ove grupe uvode sopstveni kriterijum raspodele, koji se odnosi na lak pristup svim kulturama. Ovaj kriterijum podrazumeva organizaciju bašte koja omogućava lak pristup svakoj kulturi radi zalivanja, održavanja i branja, bez potrebe za prelaskom preko drugih zasada.

Kroz proces osmišljavanja različitih rasporeda, u skladu sa zadatim uslovomima i uvedenim dodatnim kriterijumom, učenici uočavaju da zadatak nema jedno jedinstveno rešenje, već da je moguće formirati više međusobno različitih rešenja.

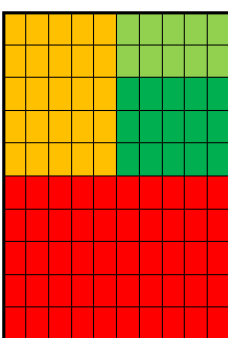
U nastavku su prikazana tri različita načina raspodele površine bašte ove grupe učenika.

Na prikazanim rešenjima boje označavaju različite kulture: crvena boja predstavlja površinu namenjenu za sadnju paradajza, narandžasta za šargarepu, zelena za kupus, dok tamnozeleno označava površinu na kojoj se sadi krastavac.

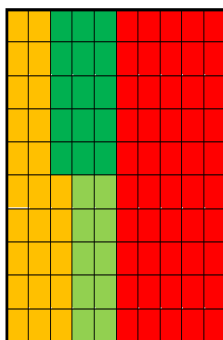
Rešenje 1:



Rešenje 2:



Rešenje 3:



U obrazloženju svojih rešenja učenici ove grupe navode da su raspored kultura organizovali tako da svaka dodiruje ivicu bašte, čime je omogućen pristup svakoj bez prelaska preko drugih zasada. Na taj način učenici su želeli da izbegnu situacije u kojima bi pojedine kulture bile potpuno okružene drugim i nedostupne za zalivanje i branje.

U tabeli 1 prikazan je analitički pregled učeničkih rešenja, koji obuhvata matematičku tačnost, primenjeni kriterijum raspodele, strukturu podele i komentar svakog predloženog rešenja.

Tabela 1 - Analitički pregled rešenja

Rešenje	Matematička tačnost	Kriterijum	Struktura podele	Komentar
1	Tačno	Lak pristup	Vertikalne trake	Sve kulture dodiruju ivicu
2	Tačno	Lak pristup	Horizontalna i blok podela	Pregledno razdvojene zone
3	Tačno	Lak pristup	Kombinovana podela	Slabiji pristup unutrašnjim delovima

FAZA 3 - AI kao evaluator matematičke tačnosti

Cilj: Provera matematičke tačnosti predloženih rešenja.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

- učenici postavljaju pitanje GPT-u,
- AI potvrđuje ili osporava tačnost,
- učenici analiziraju objašnjenje.

Fokus: AI kao alat za proveru, a ne kao izvor rešenja.

Nakon što su učenici predložili rešenja, koriste ChatGPT kao podršku u proveru njihove matematičke tačnosti. U tom cilju postavljaju ChatGPT-u pitanje da li predloženi rasporedi zadovoljavaju zadate procentualne odnose površina.

Odgovor ChatGPT-a bio je sledeći:

„Ako pretpostavimo da je bašta predstavljena mrežom 10×10 kvadratića (ukupno 100 polja), procenat površine direktno odgovara broju polja:

Paradajz = 50% \rightarrow 50 polja

Šargarepa = 25% \rightarrow 25 polja

Krastavac = 15% \rightarrow 15 polja

Kupus = 10% \rightarrow 10 polja

Sada proverimo rasporede.

Rešenje 1

Raspodela je:

desna polovina (5×10) = 50 polja \rightarrow paradajz

dole desno (5×5) = 25 polja \rightarrow šargarepa

gore desno levo (3×5) = 15 polja \rightarrow krastavac

gore desno desno (2×5) = 10 polja \rightarrow kupus

Matematički tačno.

Rešenje 2

Raspodela je:

donja polovina (10×5) = 50 polja \rightarrow paradajz

gore levo (5×5) = 25 polja \rightarrow šargarepa

gore desno dole (5×3) = 15 polja \rightarrow krastavac

gore desno gore (5×2) = 10 polja \rightarrow kupus

Matematički tačno.

Rešenje 3

Ovde su delovi samo drugačije raspoređeni, ali površine ostaju:

jedan blok od 50 polja (paradajz)

jedan blok od 25 polja (šargarepa)

jedan blok od 15 polja (krastavac)

jedan blok od 10 polja (kupus)

I ovo rešenje je matematički tačno.

Zaključak:

Sva tri rasporeda su matematički tačna.“

Nakon dobijenog odgovora učenici razmatraju objašnjenje i slažu se sa zaključkom da su sva predložena rešenja matematički tačna, čime ChatGPT koriste kao alat za proveru, a ne kao izvor rešenja.

FAZA 4 - AI kao partner u proceni kriterijuma

Cilj: Analiza kvaliteta rešenja prema zadatom kriterijumu.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

- rangiranje rešenja,
- učenici preispituju AI procenu,
- diskusija i eventualna korekcija AI odgovora.

Fokus: Kritička procena AI izlaza.

U ovoj fazi učenici koriste ChatGPT kao podršku pri proceni kvaliteta prethodno predloženih rešenja prema kriterijumu lakog pristupa svim kulturama. U tom cilju postavljaju pitanje ChatGPT-u da rangira predložene rasporede od najpraktičnijeg do najmanje praktičnog u odnosu na zadati kriterijum.

ChatGPT najpre daje sledeću procenu:

„Ako posmatramo raspored biljaka sa stanovišta lakog pristupa, najpraktičnije je drugo rešenje. U tom rasporedu svaka kultura ima deo koji izlazi na spoljašnju ivicu pravougaone bašte, pa se do svake može doći bez ulaženja u druge delove zasada.

Prvo rešenje je takođe funkcionalno, ali nešto manje praktično. Paradajz je smešten u levoj polovini bašte i lako je dostupan, a šargarepa u donjem desnom delu takođe ima dobar pristup. Međutim, krastavac i kupus su raspoređeni jedan pored drugog u desnom delu, pa je pristup tim delovima malo ograničeniji nego u drugom rešenju, jer se više kultura nalazi u istoj zoni.

Treće rešenje je najmanje praktično, jer su pojedini delovi, posebno krastavac, postavljeni bliže unutrašnjosti bašte. To znači da bi se do njih teže dolazilo bez prolaska kroz druge delove zasada, što u stvarnoj organizaciji bašte nije najpogodnije.

Prema tome, po kriterijumu lakog pristupa, drugo rešenje je najpogodnije, zatim prvo, dok je treće najmanje praktično.“

Učenici zatim dovode u pitanje ovakvu procenu, ističući da prema kriterijumu lakog pristupa svim kulturama prvo i drugo rešenje smatraju podjednako praktičnim. Svoje stanovište iznose ChatGPT-u, nakon čega on daje dodatno pojašnjenje:

„U stvari, u pravu ste da prvo i drugo rešenje mogu da se smatraju gotovo jednako praktičnim. Razlika između njih nije velika.

Najjednostavnije objašnjenje je ovo: u oba rasporeda svaka biljka dodiruje ivicu bašte, što znači da se do svake može prići spolja. Zato su oba rešenja dobra iz praktičnog ugla.

Drugim rečima, razlika između prvog i drugog je više stvar organizacije i preglednosti nego stvarne pristupačnosti.“

Radi jasnijeg uvida u odnos između procene učenika i procene veštačke inteligencije, njihovo poređenje prikazano je u Tabeli 2.

Tabela 2 – Poređenje procene učenika i AI procene

Rešenje	Procena učenika	Procena AI	Zaključak
1	Vrlo praktično	Drugo mesto	Gotovo jednako
2	Vrlo praktično	Prvo mesto	Blaga prednost
3	Slabije	Poslednje	Saglasnost

Kao što je prikazano u Tabeli 2, razlike između stavova učenika i odgovora veštačke inteligencije odnose se pre svega na rangiranje prvog i drugog rešenja, dok su kod rangiranja trećeg rešenja usaglašeni.

Poređenjem sopstvene procene sa procenom veštačke inteligencije učenici uočavaju da AI odgovore ne treba prihvatati nekritički, već ih proveravati i preispitivati kroz argumentovanu diskusiju. Na taj način učenici razvijaju sposobnost kritičke procene AI izlaza i veštačku inteligenciju koriste kao podršku u razmatranju različitih rešenja, dok konačno donošenje zaključaka ostaje na njima.

FAZA 5 - Uvođenje dodatnog ograničenja (kontekstualizacija)

Cilj: Pokazati da matematička tačnost nije dovoljna.

Dodatni uslovi:

- ograda (ograničen pristup bašti usled postojanja ograde),
- redosled sadnje biljaka tokom godine.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

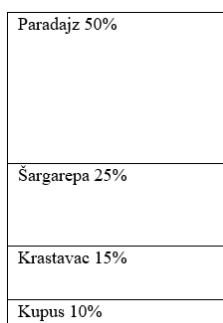
- testiranje rešenja,
- prilagođavanje rešenja,
- argumentacija.

Fokus: Razmatranje kako novi uslovi utiču na rešenja.

Na početku ove faze učenici od ChatGPT-a traže da, pre uvođenja novih ograničenja, predloži dodatne načine podele bašte koji zadovoljavaju procentualni uslov raspodele površine, ali i ranije uvedeni kriterijum lakog pristupa svim kulturama. Kao odgovor, ChatGPT predlaže dva nova rešenja.

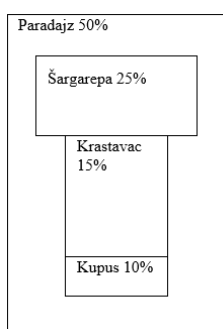
„Prvo novo rešenje:

Bašta je podeljena na horizontalne pojaseve. Gornja polovina pravougaonika pripada paradajzu. Ispod tog dela nalazi se pojas za šargarepu. Donji deo bašte je dalje podeljen na dva manja pojasa, koja čine krastavci i kupus.



Drugo novo rešenje:

Bašta je organizovana tako da paradajz formira okvir oko unutrašnjeg dela bašte. Unutar tog okvira nalazi se pojas namenjen šargarepi, dok su u centralnom delu raspoređeni krastavci i kupus.



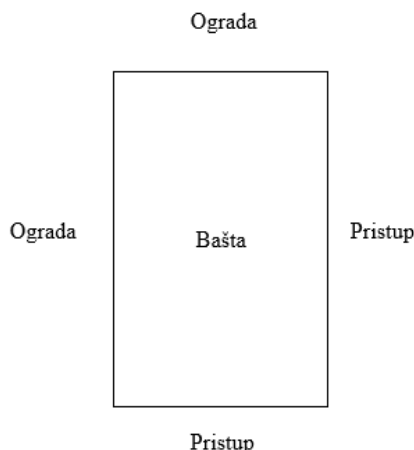
“

Analizom predloženih rasporeda učenici uočavaju da drugo rešenje, u kome paradajz formira okvir oko unutrašnjih zasada, ne zadovoljava kriterijum lakog pristupa svim biljkama. Na osnovu ovog zapažanja ChatGPT potvrđuje uočeni problem i daje dodatno objašnjenje:

„Drugo novo rešenje (sa okvirom od paradajza) zaista nije dobro po kriterijumu lakog pristupa. Razlog je jednostavan: šargarepa, krastavci i kupus nalaze se unutar okvira od paradajza, pa se do njih ne može doći direktno spolja. Da bi se prišlo tim biljkama, moralo bi se prolaziti kroz deo gde je zasađen paradajz. U stvarnoj bašti to bi značilo gaženje po jednoj kulturi da bi se došlo do druge, što nije praktično.“

Nakon toga učenici uvode novo kontekstualno ograničenje i razmatraju situaciju u kojoj se bašta nalazi uz komšijinu ogradu, tako da su gornja i leva ivica nedostupne za prilaz.

Na slici ispod prikazan je položaj komšijine ograde, kao i strane bašte sa kojih se može prići kulturama.



Na pitanje da li prethodno predloženo rešenje sa horizontalnim trakama zadovoljava i ovaj uslov, ChatGPT daje sledeći odgovor:

„Rešenje sa horizontalnim trakama ne zadovoljava dodatni uslov. Šargarepa, krastavci i kupus su u trakama koje dodiruju samo levu ivicu (a delom i gornju), a pošto tim stranama ne možete da priđete, do tih delova ne bi mogli da dođete spolja - mogli bi praktično da priđete samo delu koji dodiruje donju ili desnu ivicu, a ovde to nije slučaj za sve kulture.“

Analizom dobijenog odgovora učenici ukazuju sistemu veštačke inteligencije da raspored sa horizontalnim trakama omogućava pristup svim kulturama sa dostupnih strana bašte. Nakon ove sugestije ChatGPT koriguje prethodni zaključak:

„Pošto je u uslovu rečeno da gornjoj i levoj ivici ne može da se priđe, to ne smeta ovom rešenju, jer se do svake trake može prići sa desne strane (a do kupusa i sa donje). Dakle, za prvo rešenje važi da svaka kultura dodiruje desnu ivicu, pa je pristup moguć bez ulaska kroz druge kulture.“

Znači, ispravka: prvo rešenje zadovoljava dodatni uslov, jer je prilaz moguć sa desne strane za svaku kulturu.“

U završnom delu faze učenici uvode dodatni kriterijum redosleda sadnje biljaka tokom godine i razmatraju da li prethodno rešenje sa horizontalnim trakama, koje zadovoljava procentualni uslov, kriterijum lakog pristupa i ograničenje pristupa usled postojanja ograde, zadovoljava i novi uslov. Na postavljeno pitanje ChatGPT daje sledeće objašnjenje:

„Ako u razmatranje uključimo i redosled sadnje tokom godine, raspored bašte u horizontalnim trakama verovatno bi trebalo prilagoditi. Uobičajeno je da se tokom godine najpre sadi šargarepa, zatim kupus, potom krastavci, a na kraju paradajz.“

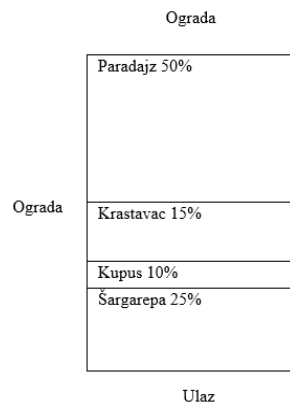
U zadatku je važno da se bašti može prići sa donje i sa desne strane, dok su gornja i leva ivica uz ogradu. To znači da je bitno gde je „ulaz“ u baštu. Ako postoji pristup sa dve strane, onda redosled sadnje sam po sebi ne određuje potpuno raspored - već zavisi i od toga odakle se realno ulazi u baštu.

Na primer, ako zamislimo da se u baštu ulazi sa donje strane, tada ima smisla da biljke koje se sade ranije budu bliže donjoj ivici, a one koje se sade kasnije dalje od nje. U tom slučaju raspored bi mogao da ide odozdo nagore: šargarepa, kupus, krastavci, paradajz.

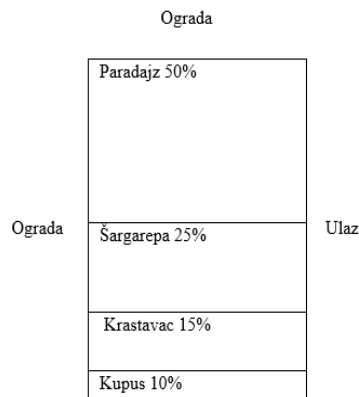
Ali ako zamislamo da se u baštu ulazi sa desne strane, onda je sasvim moguće da raspored horizontalnih traka i dalje bude praktičan, jer se do gornjeg dela (paradajza) može doći sa desne strane bez gaženja ranije zasađenih biljaka. U tom slučaju prethodni raspored sa horizontalnim trakama ne mora da se menja.“

Na slikama ispod prikazana su rešenja koja predlaže ChatGPT, u zavisnosti od toga sa koje strane se ulazi u baštu.

Ako je ulaz sa donje strane:



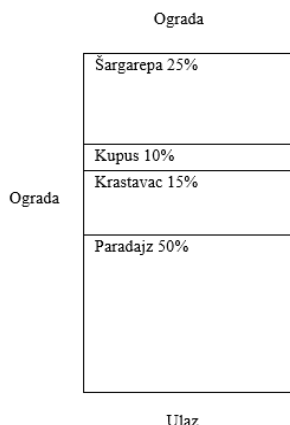
Ako je ulaz sa desne strane (raspored ostaje nepromenjen):



Nakon razmatranja datog objašnjenja učenici iznose drugačije tumačenje organizacije u prostoru, ukazujući da bi u slučaju ulaska u baštu sa donje strane bilo praktičnije započeti sadnju od najudaljenijih delova i postepeno se kretati ka ulazu. ChatGPT prihvata ovu sugestiju i dopunjuje prethodno objašnjenje:

„Ako pretpostavimo da se u baštu ulazi sa donje strane, onda je zaista logično da se prvo sade delovi koji su najudaljeniji od ulaza, odnosno oni uz gornju ivicu, a zatim se sadnja postepeno spušta ka donjoj ivici. Tako se izbegava gaženje već zasađenih delova bašte. U tom smislu, sadnja može da ide „odozgo nadole“, dok se u baštu ulazi odozdo.“

U nastavku je prikazan raspored bašte nakon što je ChatGPT korigovao prethodni odgovor na osnovu sugestije učenika.



Kako bi se sistematizovali zaključci do kojih se dolazi nakon uvođenja novih uslova, izvršena je uporedna analiza razmatranih rešenja prema postavljenim kriterijumima, što je prikazano u Tabeli 3.

Tabela 3 - Validnost rešenja nakon uvođenja novih uslova

Rešenje	Matematički tačno	Lak pristup	Uslov ograde	Redosled sadnje
Horizontalne trake	DA	DA	DA	Zavisi od ulaza
Raspored sa okvirom	DA	NE	NE	Nepraktično

Prikazana analiza pokazuje da matematički tačno rešenje ne mora nužno biti optimalno u realnom kontekstu.

Na taj način zadatak dobija i dimenziju realne situacije, u kojoj se rešenja prilagođavaju novim uslovima, dok veštačka inteligencija pruža podršku u njihovoj analizi i daljem prilagođavanju.

FAZA 6 - Razvoj AI pismenosti

Cilj: Razvoj AI kompetencija.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

- prepoznaju kada je AI u pravu,
- prepoznaju kada AI odgovor treba korigovati,
- razlikuju matematičku tačnost i praktičnu primenljivost rešenja,
- uče da preciznije formulišu zahteve.

Fokus: AILit kompetencije.

Kroz razgovor sa ChatGPT-om učenici ne prihvataju odgovore veštačke inteligencije nekritički, već ih zajednički analiziraju, proveravaju i traže dodatna objašnjenja, čime razvijaju kritičko mišljenje. Posmatrano kroz AILit kompetencije, u ovakvim situacijama učenici razvijaju sposobnost procene AI odgovora, odnosno kompetenciju „Procena da li AI

izlaz treba prihvatiti, izmeniti ili odbaciti“, jer analiziraju predložena rešenja i ukazuju na njihove nedostatke.

Kada od ChatGPT-a traže dodatne ideje za podelu bašte učenici kroz razgovor razmatraju predložena rešenja, samim tim veštačku inteligenciju koriste kao podršku u istraživanju različitih pristupa i generisanju novih rešenja, čime razvijaju kompetenciju „Koristi AI za istraživanje novih perspektiva i pristupa zasnovanih na originalnim idejama“.

Situacija u kojoj je predloženo rešenje matematički tačno, ali ne zadovoljava kriterijum lakog pristupa svim biljkama, omogućava učenicima da uoče razliku između matematičke tačnosti i praktične primenljivosti rešenja. Na taj način razvijaju sposobnost kritičke procene AI odgovora u realnom kontekstu problema.

Uočavanjem da kvalitet AI odgovora zavisi od jasno postavljenih kriterijuma i konteksta zadatka, učenici razvijaju kompetenciju „Usmeravanje generativne AI pružanjem preciznih instrukcija, konteksta i kriterijuma za procenu“.

Na taj način veštačka inteligencija u ovom primeru ne predstavlja izvor gotovih rešenja, već podršku u razmišljanju, proveru sopstvenih ideja i kreativnom procesu rešavanja problema, dok odgovornost za izbor rešenja ostaje na učenicima.

Nakon opisa svih faza nastavne aktivnosti može se sagledati šta se kroz svaku od njih postiže u procesu rešavanja zadatka. U prvoj fazi učenici povezuju procene sa delovima površine i predstavljaju problem pomoću modela bašte. U drugoj fazi uočavaju da problem može imati više različitih rešenja i predlažu više načina podele bašte. U trećoj fazi proveravaju matematičku tačnost predloženih rešenja uz pomoć ChatGPT-a i analiziraju objašnjenja koja dobijaju. U četvrtoj fazi kritički preispituju procenu veštačke inteligencije i obrazlažu sopstvene stavove. U petoj fazi uvode dodatne uslove i razmatraju da li prethodna rešenja i dalje zadovoljavaju sve kriterijume zadatka. U šestoj fazi, kroz razgovor i zajedničku analizu odgovora veštačke inteligencije, učenici razvijaju sposobnost kritičke procene AI izlaza, uočavaju razliku između matematičke tačnosti i praktične primenljivosti rešenja, kao i značaj jasno postavljenih zahteva pri korišćenju veštačke inteligencije. Na taj način razvijaju AI pismenost koja se ogleda u promišljenom i odgovornom korišćenju veštačke inteligencije kao podrške u rešavanju problema.

Istraživački zadatak kao okvir za razvoj AI pismenosti

Druga nastavna aktivnost zasniva se na istraživačkom zadatku otvorenog tipa. Za razliku od prethodne aktivnosti, u kojoj je polazna tačka bila matematičko modelovanje problema sa zadatim uslovima, ovde se od učenika zahteva dodatni korak, odnosno samostalno prikupljanje i analiza informacija iz različitih izvora.

U okviru ove aktivnosti učenici su podeljeni u manje grupe, a zadatak svake grupe jeste da pronađe relevantne podatke o potrošnji električne energije sistema zasnovanih na veštačkoj inteligenciji koristeći različite dostupne izvore.

Istraživački zadaci ovog tipa podstiču učenike da razvijaju informatičku i medijsku pismenost, procenjuju pouzdanost podataka i uočavaju razlike između različitih izvora.

U ovoj aktivnosti veštačka inteligencija ne predstavlja primarni izvor podataka, već se koristi kao podrška u razumevanju, poređenju i tumačenju prikupljenih informacija. Time se razvija

sposobnost kritičkog odnosa prema podacima i razumevanje da brojčane procene mogu zavisiti od metodologije merenja i konteksta u kome su nastale.

U nastavku je prikazan tok druge nastavne aktivnosti kroz niz faza koje prate proces istraživanja, razumevanja i kritičke analize prikupljenih podataka.

FAZA 1 - Samostalno prikupljanje podataka

Cilj: Prikupljanje relevantnih podataka iz različitih izvora.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

- pretraga izvora (Epoch AI, Euronews),
- pronalaženje numeričkih procena (0,3 Wh vs 2,9 Wh).

Fokus: Razvoj informacione i medijske pismenosti.

U ovoj fazi učenici samostalno prikupljaju informacije o potrošnji električne energije sistema zasnovanih na veštačkoj inteligenciji pretragom različitih dostupnih izvora. Radeći u grupama, učenici pronalaze podatke koji se odnose na procenu potrošnje električne energije prilikom korišćenja sistema ChatGPT.

Jedna grupa učenika pronašla je članak na sajtu Epoch AI, u kome se navodi da jedan tipičan upit ChatGPT-u troši približno 0,3 vat-časa električne energije.

Sa druge strane, druga grupa učenika pronašla je informacije objavljene na sajtu Euronews, prema kojima jedan upit ChatGPT-u može trošiti oko 2,9 vat-časa električne energije.

Na taj način učenici dolaze do različitih numeričkih procena potrošnje električne energije sistema veštačke inteligencije, koje predstavljaju polaznu osnovu za dalji tok aktivnosti.

Radi preglednijeg prikaza prikupljenih informacija, u Tabeli 4 dat je pregled izvora i pronađenih procena potrošnje električne energije po jednom upitu.

Tabela 4 - Pregled prikupljenih izvora

Izvor	Procena potrošnje po upitu	Napomena
Epoch AI	0,3 Wh	Procena potrošnje za jedan upit
Euronews	2,9 Wh	Procena potrošnje koja uključuje infrastrukturu

FAZA 2 - Razumevanje i pojednostavljivanje podataka

Cilj: Razumevanje prikupljenih informacija.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

- traženje objašnjenja prilagođenog uzrastu,
- pretvaranje apstraktnih jedinica u poređenja sa uređajima.

Fokus: AI kao podrška u razumevanju sadržaja.

U drugoj fazi aktivnosti učenici se bave razumevanjem prikupljenih podataka. U tom cilju, grupa učenika koja je tokom prethodne faze pronašla podatke na sajtu Epoch AI, prema kojima jedan upit ChatGPT-u troši približno 0,3 vat-časa električne energije, koristi ChatGPT kao podršku u razumevanju pronađenih informacija.

U tom cilju učenici traže da im se članak objasni na način koji je razumljiv učenicima osnovne škole, nakon čega ChatGPT daje sledeće objašnjenje:

„Ovaj tekst objašnjava koliko električne energije troši jedno pitanje postavljeno veštačkoj inteligenciji, kao što je ChatGPT. Ranije se mislilo da jedno pitanje troši oko 3 vat-časa, ali novija procena kaže da je to zapravo oko 0,3 vat-časa, što je deset puta manje. To znači da jedno pitanje ChatGPT-u troši vrlo malu količinu struje - manje nego što laptop ili LED sijalica potroše za nekoliko minuta rada. Ipak, ako su pitanja i odgovori veoma dugi ili složeni, potrošnja može biti malo veća.“

Nakon toga učenici žele da bolje razumeju veličinu navedene potrošnje, pa od ChatGPT-a traže da vrednost od 0,3 vat-časa uporedi sa potrošnjom svakodnevnih uređaja koje koriste, kao i da rezultate tog poređenja prikaže dijagramom. Kao odgovor, ChatGPT daje sledeće poređenje:

„Potrošnja od 0,3 vat-časa je zapravo veoma mala količina energije.

Na primer:

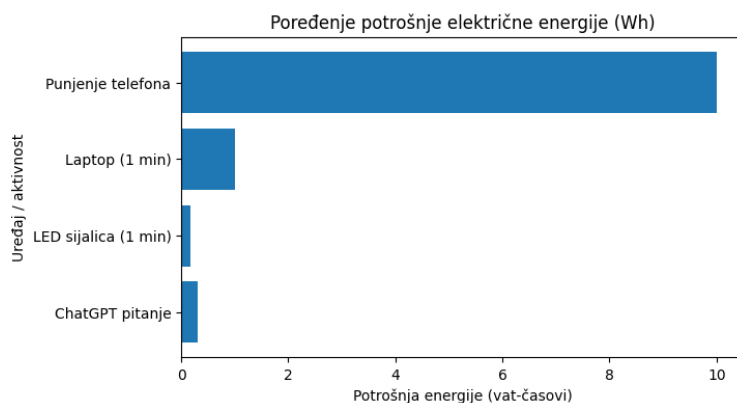
jedno pitanje ChatGPT-u $\approx 0,3$ Wh

LED sijalica od oko 10 W za 1 minut $\approx 0,17$ Wh

laptop za 1 minut rada ≈ 1 Wh

jedno punjenje telefona ≈ 10 Wh

Drugim rečima, više od 30 ChatGPT pitanja troši približno koliko jedno punjenje telefona.



”

Na ovaj način vrednost potrošnje električne energije postaje učenicima razumljiva kroz poređenja sa poznatim uređajima iz svakodnevnog života, pri čemu veštačka inteligencija doprinosi boljem razumevanju tako što složene tehničke informacije prilagođava uzrastu učenika.

FAZA 3 - Procena potrošnje električne energije

Cilj: Procena potrošnje električne energije u različitim realnim situacijama.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

- procena ukupne potrošnje električne energije za razred,
- poređenje sa svakodnevnim uređajima,
- računanje približnog troška električne energije u realnom kontekstu, u Srbiji.

Fokus: AI kao podrška u proceni i poređenju potrošnje električne energije u realnim situacijama.

U trećoj fazi aktivnosti učenici koriste prethodno prikupljene podatke kako bi procenili potrošnju električne energije u različitim svakodnevnim situacijama. Ponovo se posmatra rad grupe učenika koja je tokom prethodnih faza pronašla procenu prema kojoj jedan upit ChatGPT-u troši približno 0,3 vat-časa električne energije.

Učenike najpre zanima kolika bi bila ukupna potrošnja električne energije kada bi ceo razred koristio ChatGPT tokom jednog dana. Na postavljeno pitanje ChatGPT daje sledeću procenu:

„Ako pretpostavimo da jedno pitanje troši oko 0,3 vat-časa, da u razredu ima 25 učenika i da svaki učenik postavi 10 pitanja dnevno, onda bi ukupna potrošnja bila:

$$25 \times 10 \times 0,3 \text{ Wh} = 75 \text{ vat-časa dnevno.}$$

To je otprilike koliko jedna jača sijalica od 75 W potroši za jedan sat rada, što znači i kada bi ceo razred koristio ChatGPT tokom jednog dana, potrošnja bi i dalje bila relativno mala.“

Nakon toga učenike zanima kolika bi bila potrošnja električne energije ukoliko bi tokom jednog sata koristili ChatGPT, pri čemu bi u isto vreme radili LED sijalica, televizor i veš-mašina na programu od 60°C. ChatGPT zatim daje sledeće poređenje potrošnje električne energije za navedene uređaje:

„Uzećemo približne snage uređaja:

ChatGPT (oko 30 upita za 1 sat) $\rightarrow \approx 9 \text{ Wh}$

LED sijalica (10 W \times 1 h) $\rightarrow 10 \text{ Wh}$

Televizor (100 W \times 1 h) $\rightarrow 100 \text{ Wh}$

Veš-mašina tokom zagrevanja vode (oko 2000 W \times 1 h) $\rightarrow \approx 2000 \text{ Wh}$

To znači da za isti vremenski period od jednog sata važi da veš-mašina potroši oko 200 puta više energije od ChatGPT-a, televizor oko 10 puta više, dok sijalica potroši približno isto kao ChatGPT.“

Radi preglednijeg prikaza dobijenih rezultata poređenja potrošnje električne energije, u Tabeli 5 dat je prikaz procenjenih vrednosti za posmatrane uređaje.

Tabela 5 - Usporedna potrošnja energije (1 sat)

Uređaj	Potrošnja (Wh)
ChatGPT	9
LED	10
TV	100
Veš-mašina	2000

Iz prikazanog poređenja uočavaju se značajne razlike u potrošnji električne energije između posmatranih uređaja.

Učenici zatim postavljaju pitanje ChatGPT-u da, ukoliko se nalaze u Srbiji i svi navedeni uređaji rade tačno jedan sat u periodu više tarife, odnosno od 20 do 21 čas, izračuna koliki bi bio približan trošak električne energije koju za taj sat potroše ChatGPT, LED sijalica, televizor i veš-mašina. ChatGPT daje sledeće objašnjenje:

„Ako posmatramo jedan sat rada, od 20 do 21 čas, i uzmemo približne vrednosti potrošnje, ChatGPT bi za to vreme potrošio oko 9 Wh (0,009 kWh), LED sijalica oko 10 Wh (0,01 kWh), televizor oko 100 Wh (0,1 kWh), dok bi veš-mašina koja pere na 60°C potrošila približno 2 kWh električne energije. Ukupna potrošnja svih ovih uređaja za taj sat iznosi oko 2,119 kWh. Ako se uzme da je cena električne energije u Srbiji u višoj tarifi približno 15 dinara po kWh, tada bi ukupan trošak električne energije za taj jedan sat bio približno 32 dinara.“

Na ovaj način učenici procenjuju potrošnju i troškove električne energije u realnim situacijama, dok veštačka inteligencija ima ulogu podrške u matematičkim porcenama i analizi realnih situacija. Time matematički proračuni dobijaju smisao u realnom životnom kontekstu, što doprinosi dubljem razumevanju analiziranih podataka.

FAZA 4 - Uočavanje kontradikcija između izvora

Cilj: Uočavanje neslaganja između izvora informacija.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

- upoređivanje 0,3 i 2,9 Wh,
- formulisanje pitanja o razlozima neslaganja između izvora.

Fokus: Kritičko preispitivanje informacija.

U četvrtoj fazi aktivnosti učenici uočavaju neslaganje između informacija prikupljenih iz različitih izvora. Kao što je navedeno ranije, dve grupe učenika došle su do različitih procena potrošnje električne energije sistema ChatGPT. Naime, jedna grupa učenika pronašla je procenu od približno 0,3 vat-časa po upitu, dok je druga grupa u drugom izvoru pronašla procenu od oko 2,9 vat-časa.

Upoređivanjem prikupljenih podataka učenici uočavaju značajnu razliku između navedenih procena. Kako bi razumeli razloge nastanka ovakvog neslaganja između izvora informacija, učenici formulišu pitanje upućeno ChatGPT-u o tome kako je moguće da različiti izvori navode toliko različite podatke o potrošnji električne energije sistema veštačke inteligencije.

U ovoj fazi učenici ne prihvataju informacije nekritički, već uočavaju razlike između izvora i kritički preispituju prikupljene informacije.

FAZA 5 - Objasnjenje razlika između izvora

Cilj: Razumevanje nastanka različitih procena.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

- AI objašnjava razloge razlika između procena,
- učenici traže pojednostavljenje,
- razumevanje pojma „procena“.

Fokus: AI kao podrška u razumevanju i tumačenju informacija.

U petoj fazi aktivnosti učenici se bave razumevanjem razloga nastanka razlika između procena potrošnje električne energije pronađenih u različitim izvorima. Nakon što su u prethodnoj fazi formulisali pitanje o tome kako je moguće da različiti izvori navode toliko različite podatke o potrošnji energije sistema veštačke inteligencije, učenici to pitanje postavljaju ChatGPT-u, koji daje sledeće objašnjenje:

„Različiti izvori navode različite procene potrošnje električne energije po jednom upitu sistemima veštačke inteligencije zato što ne postoji jedinstvena metodologija za merenje takve potrošnje. Neki autori procenjuju samo energiju potrebnu za generisanje odgovora, odnosno proces inferencije modela, dok drugi u procenu uključuju i širi kontekst rada digitalne infrastrukture, kao što su hlađenje servera, mrežna oprema i rad data-centara. Zbog toga procene mogu značajno da se razlikuju, čak i kada se odnose na slične AI sisteme.

Na razlike utiče i činjenica da potrošnja energije zavisi od samog modela i tehnološkog okruženja u kojem se koristi. Veći modeli sa više parametara obično zahtevaju više računarske snage, dok efikasniji hardver i optimizovan softver mogu smanjiti potrošnju energije po upitu. Takođe, količina energije može da varira u zavisnosti od dužine i složenosti upita, odnosno broja generisanih tokena u odgovoru.

Važno je napomenuti i da se u većini radova radi o procenama zasnovanim na modelima i pretpostavkama, a ne o direktnim merenjima potrošnje energije za svaki pojedinačni upit. Pored toga, tehnologija veštačke inteligencije se brzo razvija, pa se energetska efikasnost sistema stalno poboljšava. Zbog svih ovih faktora u literaturi se mogu pronaći različite, ponekad i višestruko udaljene procene potrošnje električne energije po jednom upitu AI sistemima.“

Nakon dobijenog objašnjenja učenici zaključuju da im pojedini delovi odgovora i dalje nisu u potpunosti jasni, pa od ChatGPT-a traže da razloge nastanka razlika objasni jednostavnije, na način razumljiv učenicima osnovne škole. Na ovaj zahtev ChatGPT daje sledeće objašnjenje:

„Razlika postoji zato što nije lako tačno izmeriti koliko struje troši jedan upit veštačkoj inteligenciji. Zamislite da pokušavate da izračunate koliko goriva troši jedno putovanje automobilom - rezultat bi bio drugačiji ako vozite mali gradski auto ili veliki kamion, ako je put kratak ili dug, ili ako računamo samo vožnju ili i rad klime i drugih uređaja u kolima. Slično je i sa AI sistemima.

Neki autori računaju samo energiju potrebnu da računar napiše odgovor na pitanje, dok drugi računaju i rad velikih servera, hlađenje tih servera i celu internet infrastrukturu koja omogućava da odgovor stigne do korisnika. Zbog toga dobijaju različite brojeve.

Takođe, ne troši svaki upit istu količinu energije. Kraće pitanje i kratak odgovor troše manje struje, dok duži i složeniji razgovor troši više. Različiti računari i programi mogu biti i više ili manje štedljivi, pa i to utiče na procenu.

Zbog svega toga, broj koji vidimo u tekstovima nije tačna vrednost, već približna procena, pa je normalno da se u različitim izvorima pojavljuju različiti podaci.“

Na ovaj način učenici dolaze do razumevanja da vrednosti navedene u različitim izvorima ne predstavljaju tačno izmerene veličine, već procene koje zavise od metodologije merenja, tehnološkog okruženja i pretpostavki autora. Razumevanje pojma *procena* omogućava učenicima da numeričke podatke sagledaju u širem kontekstu njihovog nastanka.

U ovoj fazi veštačka inteligencija ima ulogu podrške u razumevanju i tumačenju informacija, jer složena stručna objašnjenja prilagođava nivou znanja učenika i doprinosi dubljem razumevanju analiziranih podataka.

FAZA 6 - Kritička procena i opredeljivanje

Cilj: Kritičko sagledavanje različitih procena.

Aktivnosti učenika u ovoj fazi:

- pitanje „koja je realnija procena?“,
- razumevanje da ne postoji jedna tačna procena,
- razumevanje zašto se procene mogu razlikovati.

Fokus: AI kao podrška u kritičkoj proceni informacija.

U šestoj fazi aktivnosti učenici kritički procenjuju različite procene potrošnje električne energije koje su pronašli. U tom cilju učenici postavljaju ChatGPT-u pitanje da, ukoliko bi morao da se opredeli za realniju procenu potrošnje električne energije po jednom upitu, da li bi to bilo 0,3 ili 2,9 vat-časa. ChatGPT zatim daje sledeće objašnjenje:

„Ako bih morao da se opredelim za realniju procenu potrošnje električne energije po jednom upitu ChatGPT-u, pre bih izabrao vrednost oko 0,3 vat-časa. Ta procena je bliža načinu na koji se danas obično računa potrošnja - energiji potrebnoj za generisanje odgovora na savremenim, optimizovanim serverima.

Procena od 2,9 vat-časa može da se pojavi kada se u račun uključe dodatni faktori, poput ukupne infrastrukture data-centra ili starijih pretpostavki o efikasnosti AI sistema. Zato je ona uglavnom viša od onoga što se smatra tipičnom potrošnjom za jedan pojedinačni upit.

Drugim rečima, iako stvarna potrošnja može da varira, manja vrednost (oko 0,3 Wh) obično se smatra realističnijom za jedan prosečan upit.“

Na osnovu datog odgovora učenici dolaze do zaključka da ne postoji jedna tačna procena potrošnje električne energije, već da procene zavise od načina na koji se potrošnja definiše i meri.

Istovremeno, učenici uočavaju razliku između energije potrebne za samo generisanje odgovora veštačke inteligencije i ukupne potrošnje koja uključuje rad šire digitalne infrastrukture, poput data-centara i sistema za hlađenje. Razlikovanjem ova dva aspekta učenici dublje razumeju razloge nastanka različitih procena u literaturi.

U ovoj fazi učenici ne prihvataju AI odgovor kao konačno objašnjenje, već ga koriste kao osnovu za kritičko razmatranje i donošenje zaključaka, čime veštačka inteligencija ima ulogu podrške u procesu kritičke procene informacija.

Nakon prikaza svih faza obe nastavne aktivnosti, moguće je sagledati njihove osnovne karakteristike i razlike, kao što su polazna tačka, tip zadatka, uloga veštačke inteligencije, vrsta mišljenja i ključne AI kompetencije koje se razvijaju tokom rada učenika. U cilju preglednijeg prikaza navedenih elemenata, u Tabeli 6 dat je uporedni prikaz dve nastavne aktivnosti.

Tabela 6 - Uporedna analiza nastavnih aktivnosti

Element	Prvi zadatak	Drugi zadatak
Polazna tačka	Matematički problem	Istraživačko pitanje
Tip zadatka	Otvoren zadatak matematičkog modelovanja	Istraživački zadatak
Uloga AI	Evaluator i sagovornik u obrazlaganju rešenja	Tumač i podrška u razumevanju informacija
Način razvoja AI pismenosti	Procena i korekcija AI odgovora	Analiza izvora i razumevanje razlika između procena

Kao što se može videti iz prikazanog poređenja, prvi zadatak razvija AI pismenost kroz procenu i preispitivanje AI odgovora u rešavanju matematičkog problema, dok drugi zadatak razvija AI pismenost kroz analizu različitih izvora i razumevanje zašto se njihove procene razlikuju.

Prikazane nastavne aktivnosti predstavljaju dva različita načina integracije veštačke inteligencije u nastavu matematike u osnovnoj školi. Iako se razlikuju po tipu zadatka, obe aktivnosti imaju zajednički cilj, a to je razvoj pismenosti o veštačkoj inteligenciji kroz matematičko razmišljanje, obrazlaganje i kritičko preispitivanje odgovora.

U prvom zadatku polazna tačka je matematički problem u kome učenici samostalno pronalaze više mogućih rešenja, uvode dodatne kriterijume i obrazlažu svoje izbore. Veštačka inteligencija u ovom slučaju ima ulogu evaluatora i sagovornika pri obrazlaganju rešenja. Njena uloga nije da ponudi konačno rešenje, već da pomogne u proveru matematičke tačnosti, ponudi dodatne ideje i podstakne učenike da preispitaju sopstvene zaključke. Učenici AI odgovore ne prihvataju nekritički, već ih analiziraju i po potrebi koriguju. Na taj način razvijaju sposobnost procene AI odgovora i uočavaju razliku između matematičke tačnosti i praktične primenljivosti rešenja.

Drugi zadatak ima istraživački karakter. Polazna tačka nije matematički model, već podaci prikupljeni iz različitih izvora. Učenici uočavaju da različiti izvori navode različite procene potrošnje električne energije sistema veštačke inteligencije i postavljaju pitanje o razlozima

tih razlika. U ovom slučaju veštačka inteligencija ima drugačiju ulogu, jer pomaže u razumevanju i objašnjavanju prikupljenih podataka, kao i u razjašnjavanju razlika između izvora. Kroz dijalog sa veštačkom inteligencijom učenici razvijaju sposobnost kritičke procene informacija i uočavaju da brojčane procene mogu zavisiti od pretpostavki i načina na koji su dobijene.

Uporedno posmatrano, prvi zadatak razvija AI pismenost kroz rešavanje matematičkog problema i obrazlaganje rešenja u okviru jasno postavljenih uslova. Drugi zadatak razvija AI pismenost kroz analizu različitih izvora i razumevanje prikupljenih podataka. U prvom slučaju veštačka inteligencija je deo procesa rešavanja matematičkog problema, dok se u drugom slučaju koristi kao podrška u istraživanju i razumevanju informacija.

Zajednički element obe aktivnosti jeste to što učenici ostaju aktivni učesnici u rešavanju problema. Veštačka inteligencija ne preuzima glavnu ulogu u rešavanju zadatka, već pruža podršku učenicima, u prvom zadatku u proveru, proširivanju i razumevanju matematičkih ideja, a u drugom u razumevanju i analizi informacija. Ovakav pristup doprinosi razvoju kritičkog mišljenja, sposobnosti obrazlaganja rešenja i odgovornog korišćenja digitalnih alata.

Može se zaključiti da veštačka inteligencija ima najveći obrazovni potencijal u nastavi matematike kada se koristi kao deo pažljivo osmišljene nastavne aktivnosti. U takvim situacijama učenici najpre samostalno razmatraju problem, zatim koriste AI kao podršku u proveru i proširivanju svojih ideja, a na kraju analiziraju dobijene odgovore. Na taj način razvija se ne samo matematička pismenost, već i pismenost o veštačkoj inteligenciji kao savremenoj tehnologiji čija primena zahteva razumevanje, kritičko mišljenje i odgovorno korišćenje.

Zaključak

Ovaj master rad bavio se mogućnostima primene veštačke inteligencije u nastavi matematike u osnovnoj školi, sa ciljem da se ispita njen obrazovni potencijal i uoče njena ograničenja. Analiza savremene nastave matematike i različitih tipova zadataka pokazala je da otvoreni, problemski i istraživački zadaci predstavljaju pogodan način za uključivanje sistema poput ChatGPT-a u nastavu matematike. Takva struktura zadataka omogućava učenicima da istražuju više mogućih pristupa rešavanju problema, da porede različita rešenja i da obrazlažu sopstvene ideje, dok veštačka inteligencija može imati ulogu podrške u proveru rešenja i razmatranju različitih pristupa rešavanju zadatka. Na taj način učenici imaju priliku da sagledaju problem iz više uglova i da razvijaju dublje razumevanje matematičkih pojmova.

U radu je predstavljen AILit Framework kao teorijska osnova za razumevanje i analizu razvoja AI pismenosti u obrazovanju. Poseban fokus stavljen je na kompetencije koje su posebno značajne u nastavi matematike, kao što su procena da li AI odgovor treba prihvatiti, izmeniti ili odbaciti, korišćenje AI za istraživanje različitih pristupa i usmeravanje veštačke inteligencije kroz jasna pitanja i kriterijume.

Analiza odabranih istraživanja pokazala je da veštačka inteligencija može biti korisna u objašnjavanju matematičkih zadataka i pružanju podrške učenicima, ali i da njeni odgovori nisu uvek potpuno tačni i pouzdani. Zbog toga je važno da se dobijeni odgovori proveravaju i da učenici imaju aktivnu ulogu u njihovoj proceni. Ovakav pristup doprinosi razvoju kritičkog mišljenja i podstiče učenike da preuzmu aktivnu ulogu u razumevanju i proveru matematičkih ideja, umesto da odgovore veštačke inteligencije prihvataju bez njihove analize i kritičke procene.

Poseban doprinos rada ogleda se u osmišljavanju i analizi dve nastavne aktivnosti koje prikazuju konkretne načine korišćenja veštačke inteligencije u nastavi matematike. U jednoj aktivnosti AI se koristi kao podrška u rešavanju matematičkog problema i obrazlaganju rešenja, dok se u drugoj koristi kao podrška u razumevanju i analizi informacija. Kroz ovakvu organizaciju nastavnih aktivnosti učenici ne koriste veštačku inteligenciju kao sredstvo za dobijanje gotovog rešenja, već kao podršku u analizi, proveru i daljem razvoju sopstvenih ideja.

Može se zaključiti da veštačka inteligencija ima obrazovni potencijal kada se koristi kao deo jasno osmišljene nastavne aktivnosti koja podstiče samostalno razmišljanje, obrazlaganje i kritičku procenu odgovora. Takav pristup omogućava razvoj matematičke pismenosti, ali i pismenosti o veštačkoj inteligenciji. Zbog toga veštačku inteligenciju ne treba isključivati iz obrazovanja, već je koristiti na način koji podstiče razmišljanje i odgovorno donošenje odluka. Na taj način ona postaje podrška procesu učenja, a ne sredstvo za dobijanje gotovih odgovora. Istovremeno, uloga nastavnika ostaje ključna, jer upravo nastavnik kroz izbor zadataka, organizaciju aktivnosti i usmeravanje diskusije određuje na koji način će veštačka inteligencija biti uključena u proces učenja.

Literatura

- Etcuban, J. O. (2025). The use of ChatGPT in addressing Algebra anxiety and promoting confidence. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 20(2). <https://doi.org/10.29333/iejme/16008>
- European Commission (2018), Key Competences for Lifelong Learning
- Liu, J., Sun, D., Sun, J., Wang, J., & Yu, P. L. H. (2025). Designing a generative AI enabled learning environment for mathematics word problem solving in primary schools: Learning performance, attitudes and interaction. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100438>
- Lužanin, Z., Dimitrijević, S. (2005) Od matematičkog znanja ka matematičkoj pismenosti: primena novih standarda obrazovnih postignuća u nastavi, *Nastava matematike*, LXX, 3-4 (2005), 101–113
- OECD (202), PISA 2021 Mathematics Framework, OECD Publ., <https://doi.org/10.1787/13c8fc03-en>
- OECD (2025). Empowering learners for the age of AI: An AI literacy framework for primary and secondary education (Review draft). OECD. Paris. <https://ailiteracyframework.org>
- Pravilnik o standardima obrazovnih postignuća za kraj prvog ciklusa osnovnog obrazovanja i za kraj osnovnog obrazovanja, „Službeni glasnik RS“, broj 103 od 24. decembra 2024.
- Pravilnik o standardima obrazovnih postignuća za kraj srednjeg obrazovanja i vaspitanja, „Službeni glasnik RS“, broj 103 od 24. decembra 2024.
- Sutrisno Ab, J., Pratama, E. Y., Andika, P. R., Nasution, S. H., & Lestyanto, L. M. (2025). Students' mathematical justification abilities in analyzing ChatGPT's answers. *Infinity Journal*, 14(2), 445–460. <https://doi.org/10.22460/infinity.v14i2.p445-460>
- Turmuzi, M., Azmi, S., & Kertiyani, N. M. I. (2026). ChatGPT in school mathematics education: A systematic review of opportunities, challenges, and pedagogical implications. In *Teaching and Teacher Education* (Vol. 170). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105286>
- Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7). <https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>

Biografija

Aleksandra Vidačić rođena je 8. januara 1997. godine u Užicu. Osnovnu školu „Petar Leković“ završila je u Požegi, nakon čega je upisala Gimnaziju „Sveti Sava“ u Požegi, koju je završila 2016. godine. Iste godine upisala je osnovne akademske studije na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu, smer diplomirani profesor matematike, a potom je 2020. godine prešla na integrisane akademske studije na istom fakultetu, smer master profesor matematike. Od 2022. godine zaposlena je u IT sektoru. Položila je sve ispite predviđene nastavnim planom i programom u oktobru 2023. godine i time stekla pravo na odbranu ovog master rada.

Novi Sad, mart 2026.

Aleksandra Vidačić

**UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET**

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije: Monografska dokumentacija

TD

Tip zapisa: Tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada: Master rad

VR

Autor: Aleksandra Vidačić

AU

Mentor: dr Zorana Lužanin

MN

Naslov rada: Razvoj pismenosti o veštačkoj inteligenciji kroz nastavu matematike u osnovnoj školi

NR

Jezik publikacije: Srpski (latinica)

JP

Jezik izvoda: Srpski i engleski

JI

Zemlja publikovanja: Republika Srbija

ZP

Uže geografsko područje: Vojvodina

UGP

Godina: 2026.

GO

Izdavac: Autorski reprint

IZ

Mesto i adresa: Departman za matematiku i informatiku, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovica 4, Novi Sad

MA

Fizički opis rada: 4/33/11/6/10/1/0

(broj poglavlja/strana/lit.citata/tabela/slika/grafika/priloga)

FO

Naučna oblast: Matematika

NO

Naučna disciplina: Metodika matematike

ND

Predmetna odrednica/Ključne reči: veštačka inteligencija, nastava matematike, osnovna škola, ChatGPT, AI pismenost, problemski zadaci

PO, UDK

Čuva se: Biblioteka Departmana za matematiku i informatiku, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

ČU

Važna napomena:

VN

Izvod: Tema ovog master rada je istraživanje mogućnosti primene veštačke inteligencije u nastavi matematike u osnovnoj školi, sa posebnim osvrtom na razvoj AI pismenosti kod učenika. Glavni deo rada sastoji se iz tri celine. U prvom delu prikazane su osnovne karakteristike savremene nastave matematike, različiti tipovi zadataka, kao i AILit okvir kao osnova za razumevanje razvoja AI pismenosti u obrazovanju. U drugom delu data je analiza odabranih istraživanja koja se bave primenom veštačke inteligencije u učenju matematike. U trećem delu prikazani su praktični primeri nastavnih aktivnosti u kojima se veštačka

inteligencija koristi kao podrška u rešavanju matematičkih problema, analizi rešenja i razumevanju informacija.

IZ

Datum prihvatanja teme od strane NN veka: 03.02.2026.

DP

Datum odbrane: 2026.

DO

Članovi komisije:

KO

Predsednik: dr Đorđe Herceg, redovni profesor, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

Mentor: dr Zorana Lužanin, redovni profesor, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

Član: dr Aleksandra Klašnja Milićević, redovni profesor, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCES
KEY WORDS DOCUMENTATION**

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type: Monograph type

DT

Type of record: Printed text

TR

Contents Code: Master's thesis

CC

Author: Aleksandra Vidačić

AU

Mentor: Zorana Lužanin, Ph.D.

MN

Title: Developing artificial intelligence literacy through mathematics education in primary school

TI

Language of text: Serbian (Latin)

LT

Language of abstract: Serbian and English

LA

Country of publication: Republic of Serbia

CP

Locality of publication: Vojvodina

LP

Publication year: 2026.

PY

Publisher: Author's reprint

PU

Publ. place: Novi Sad, Department of Mathematics and Informatics, Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 4

PP

Physical description: 4/33/11/6/10/1/0
(chapters/pages/literature/tables/pictures/graphics/appendices)

PD

Scientific field: Mathematics

SF

Scientific discipline: Teaching of mathematics

SD

Subject/Key words: Artificial intelligence, mathematics education, primary school, ChatGPT, AI literacy, problem-based tasks

SKW, UC

Holding data: The Library of the Department of Mathematics and Informatics, Faculty of Sciences, University of Novi Sad

HD

Note:

N

Abstract: The topic of this master's thesis is the exploration of the possibilities of applying artificial intelligence in mathematics education in primary school, with a particular focus on the development of students' AI literacy. The main part of the thesis consists of three sections. The first section presents the main characteristics of contemporary mathematics education, different types of tasks, as well as the AILit framework as a basis for understanding the development of AI literacy in education. The second section provides an analysis of selected studies dealing with the application of artificial intelligence in learning mathematics. The third section presents practical examples of teaching activities in which artificial intelligence is used as support in solving mathematical problems, analyzing solutions, and understanding information.

Accepted by the Scientific Board on: 03.02.2026.

ASB

Defended: 2026.

DE

Thesis defend board:

DB

President: Đorđe Herceg, Ph.D., Full Professor, Faculty of Sciences, University of Novi Sad

Mentor: Zorana Lužanin, Ph.D., Full Professor, Faculty of Sciences, University of Novi Sad

Member: Aleksandra Klašnja Milićević, Ph.D., Full Professor, Faculty of Sciences, University of Novi Sad